

资源开发

土荆芥生长土壤的环境地球化学特征

刘志红^{1,2,3}, 宋之光¹, 雷怀彦², 官宝聪²(1. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州 510640; 2. 厦门大学, 福建 厦门 361005
3. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要:目的 研究土荆芥生长土壤地球化学特征, 为土荆芥 GAP管理提供环境因素的依据。方法 通过对地道药材土荆芥生长环境的实地调查, 并采集其生境土壤样品进行元素分析及研究适宜的肥力条件。结果 土荆芥适宜生长土壤为中性或弱碱性沙质土壤, 其生长土壤肥力较高, 而且分析发现其中 Al_2O_3 , K_2O , Ni , Zn , Rb , Ba 的含量明显高于福建省及全国土壤中的平均值, 含有丰富的微量元素, N_2O , K_2O 含量高于非生境土壤, 而 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , Tl_2O_3 低于非生境土壤, 且土荆芥对 P , Ca 有选择性的富集作用。结论 土壤的地球化学特征对土荆芥的生长有影响。

关键词: 土荆芥; 土壤; 地球化学特征

中图分类号: S567 文献标识码: B 文章编号: 1008-0805(2010) 01-0252-03

土荆芥为藜科植物土荆芥 *Chenopodium ambrosioides* L. 带有果穗的干燥全草, 为一年生或多年生直立草本, 为常用苗药, 主要分布于我国的中南、华东和西南等地, 通常生长在村落周围的山坳、道路及河岸两侧, 福建、广东是我国土荆芥生长的主要地区。土荆芥具有驱风除湿、驱虫、通经、止痛之功效, 主治肠道寄生虫病, 外用治湿疹、脚癣, 并能杀蛆和驱除蚊蝇^[1]。现代医学研究表明, 小剂量的土荆芥叶的水醇提取物具有明显的抗肿瘤作用, 对人体内的结核杆菌生长有抑制作用, 对抗真菌则有良好的抑制作用^[2,3]。文献报道^[4], 不同产地土荆芥中黄酮成分的含量有一定的差异, 表明环境因素对土荆芥的生长有一定的影响。植物生长、形态和品质好坏的因素不仅是气候条件, 更重要的是地质环境、土壤营养元素组成、含量及其存在形态。土壤中元素与植物生长和人体健康有密切的关系^[5-7]。由于成土因素和过程的不同使每种土壤具有自身的理化和地球化学特征, 也就形成了特有的土壤生物作用, 而土壤矿物质元素作为植物的营养库, 它们对植物的生长发育、产量、初生和次生代谢产物的种类数量均有很大的影响, 所以研究道地药材生长的环境因素, 首先要研究支持它们赖以生存的土壤的理化性质及其地球化学特征。目前, 关于土荆芥化学成分及药理作用方面的研究较多, 而关于其生长的环境因素及其地球化学特征方面的研究未见报道。作者选取土荆芥主要生长区——福建、广东地区生长的土荆芥, 对其生境土壤地球化学基本特征(矿物组成、理化性质等)进行了研究, 旨在为其规范生产, GAP管理提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 研究区概况 福建、广东位于我国东南沿海, 隔台湾海峡与台湾省相望。样品采自福建省、广东省中亚热带季风性湿润气候及南亚热带海洋性季风性湿润气候 2 个不同自然地带, 福建漳州、广东汕头属南亚热带海洋性季风性湿润气候区, 位于东经 $116^{\circ}14' \sim 118^{\circ}08'$ 、北纬 $23^{\circ}02' \sim 25^{\circ}15'$ 。光热资源丰富, 雨量偏少, 受台风影响显著为本带气候的 3 个主要特征, 年平均气温 $19 \sim 22^{\circ}\text{C}$, 平均最低气温在 0°C 以上, 年日照时数 $1\,800 \sim 2\,500\text{ h}$, 年雨量约 $1\,000 \sim 1\,600\text{ mm}$, 阳光充足, 无霜期长, 冬无严寒, 地貌

类型以花岗岩丘陵及冲击平原为主, 由于背靠大山, 又有许多支脉伸向海边, 紧靠北回归线, 以及地形上的特点, 来自西北和东北方向的冷气流对本区影响轻微, 加之地势相对开阔平坦, 利于充分接受光照。这种地貌空间结构, 宜于避寒、避风, 是多种热作的理想种植地, 农作物年可 3 熟。

福建三明地区位于东经 $116^{\circ}22' \sim 118^{\circ}39'$ 、北纬 $25^{\circ}30' \sim 27^{\circ}07'$, 地处闽江流域上游, 正好介于闽西北武夷山脉与闽西南戴云山脉之间, 该地区属中亚热带季风性湿润气候, 平均海拔高, 地势起伏大, 山地丘陵占绝对优势, 盆地比重较小, 光照资源较漳州、汕头差, 但水分资源丰富, 气候垂直变化显著, 四季分明, 冬季长 $1 \sim 4$ 月有霜雾及结冰现象, 夏季长 $3 \sim 5$ 个月, 气温高, 盆地内常出现酷暑天气, 年平均气温 $15 \sim 20^{\circ}\text{C}$, 日照时数 $1\,600 \sim 2\,000\text{ h}$, 耕作制度以一年二熟为主, 水资源丰富, 年平均降水量 $1\,500 \sim 2\,200\text{ mm}$; 基本上为多水带或丰水带。

研究区属华南低山丘陵区, 植被茂盛, 土层较深厚, 土壤类型主要为红壤、黄壤, 还有黄棕壤、水稻土等, 一般呈酸性, 铁铝氧化物含量很高。成土母质主要为岩石(花岗岩、火山岩等)风化的产物, 是土壤矿物质和植物营养的最初来源, 是土壤形成的物质基础, 它影响着土壤的发育方向和肥力状况。

1.2 样品采集分析方法 样品采自福建漳州(ZZSJ)、三明(SMSJ)、广东省汕头(STSJ)土荆芥生境根际的土壤及其药材, 采用随机多点采样法, 收集根际土壤时先除去表面土壤, 然后采用抖落法收集根际土壤, 充分混合, 用 4 分法缩分, 为了进行土壤元素比较, 同时采集 500 m 以外(或附近山坡)无土荆芥生长的非生境土壤样品, 分别为福建漳州(ZZFSJ)、三明(SMFSJ)、广东汕头(STFSJ)作为对照。样品在室内自然风干, 去除石块、植物根茎等杂质。

1.3 土壤理化分析方法

1.3.1 pH 值 电位法测定, 土壤样品过 10 目尼龙网筛, 水土比为 1: 1。

1.3.2 土壤颗粒组成 采用 MS2000 型激光粒度分析仪测定。

1.3.3 土壤元素分析 土壤样品用玛瑙研钵研磨样品至 200 目以下, 利用日本 3080Es X-射线荧光光谱仪对土壤样品中的常量元素 Al_2O_3 , SiO_2 , MgO , CaO , N_2O , K_2O , Fe_2O_3 等组分及微量元素 Zn , Sr , Ba , Ni , Cu , Pb , V 等进行了全量分析, 元素分析在中国科学院兰州地质所国家重点实验室分析测试中心完成。

收稿日期: 2009-02-27 修订日期: 2009-12-10

作者简介: 刘志红(1964-), 女(汉族), 甘肃天水人, 现任厦门大学高级工程师, 学士学位, 主要从事中药鉴定、天然药物及环境分析研究工作。

1.3.4 土壤营养物质分析 采用常规分析方法。土壤阳离子交换采用醋酸铵法;土壤盐基饱和度采用氯化钾法;土壤速效钾采用火焰光度法;土壤有机质采用重铬酸钾法;土壤速效磷采用氢氧化钠(碳酸氢钠)浸提-钼锑抗比色法。

1.3.5 土荆芥药材黄酮类成分含量测定 采用日本岛津 LC-20A 高效液相色谱仪测定。

2 结果

2.1 土荆芥生境土壤与非生境土壤质地与理化特性分析

2.2.1 土壤 pH pH 值是土壤重要的基本性质,直接反映了土壤溶液中氢离子和氢氧根离子的相对浓度,是土壤中影响范围极为广泛的一个化学指标,它是土壤中各种养分的存在状态,有效性和土壤中生物过程,土壤微量元素含量分布的重要影响因素^[8-9]。由表 1 可知土荆芥生长的土壤为中性至弱碱性,其不同生长区生境土壤的 pH 值比较接近,分别为 7.63、7.20、6.77,而非生境土壤 pH 值相差较大,分别为 4.55、5.95、6.65,为中性至酸性。表明土荆芥适宜在 pH 值中性至弱碱性的土壤中生长。

2.2.2 土壤肥力及盐基饱和度(BS) 从表 1 中可以看出土荆芥生境土壤肥力均较高,其有机质、速效钾、速效磷比较高,阳离子交换量(CEC)均>10 mmol/kg 福建漳州的稍高,为 20.473 mmol/kg 广东汕头的略低,为 11.070 mmol/kg,而非生境土壤阳离子交换量略低,福建三明非生境土壤对比样仅为 7.309 mmol/kg,土荆芥生境土壤盐基饱和度接近且较高,均在 85% 以上,而非生境土壤肥力相差较大,福建三明非生境对比样速效磷仅为 1.48 mg/kg 且盐基饱和度为 35.56%。说明土荆芥适宜于较高盐基饱和度的土壤。

2.2.3 土壤肥力与药材质量关系的比较 土壤作为生态环境中最为重要的一部分,其肥力状况直接决定了土荆芥的生长、品质、初生和次生代谢产物的形成。由表 1 及表 2 可以看出福建三明土壤有机质、速效钾、速效磷等肥力较高,其黄酮类化合物的含量也较高。福建漳州与广东汕头生态环境,气候条件,土壤肥力相近,其黄酮类化合物的含量也接近。表明土荆芥在生长过程中土壤因素是保证其质量的主要因素之一。

表 1 土荆芥土壤样品理化特性

样品	pH	物理性 黏粒(%)	土壤 质地	土壤养分				
				有机质	速效钾	速效磷	BS	CEC /
				(%)	C /mg·kg ⁻¹	P /mg·kg ⁻¹	(%)	mmol·kg ⁻¹
ZZSJ	7.63	< 20	粉砂质壤土	1.38	111.9	109.5	99.07	20.473
STSJ	7.20	< 20	壤土	3.30	189.7	186.5	88.62	11.070
MSJ	6.77	< 20	砂质壤土	3.71	242.8	168.8	85.73	13.175
SMFSJ	4.55	> 30	粉砂质黏土	1.24	108.1	1.48	35.56	7.309
STFSJ	5.95	< 20	砂质壤土	1.78	102.5	138.9	78.21	10.023
ZZFSJ	6.65	< 20	壤土	2.01	125.7	120.3	83.61	12.011

表 2 药材样品黄酮含量测定结果

样品	槲皮素	山柰素	异鼠李素
汕头药材	65.77	500.26	72.56
漳州药材	56.48	502.00	64.91
三明药材	373.02	1251.14	183.33

2.2.4 土壤颗粒组成 土壤颗粒组成在植物生长,土壤的利用中具有重要意义,直接影响土壤水、肥、气、热的保持和运动,并与植物的生长发育有密切的关系。植物生长的土壤砂粒过多易漏水漏肥,土壤黏粒过多持水性强,透水性差,研究区雨量充沛,若黏粒过多易烂根。对土荆芥土壤机械组成研究,由表 1 可知,土荆芥生境土壤质地以砂质壤土为主,砂砾较多,泥质,粉沙质,矿物质并存,不但带给土壤较丰富的矿质元素,而且使土壤质地适中,通透性好,多种元素有效性高,有利于植物生长。而非生境土壤机械组成相差较大,福建三明非生境对比样黏粒含量较高>30%。研究表明含砂砾较多的砂质壤土有利于土荆芥生长。

2.3 土荆芥生长土壤地球化学特征

2.3.1 土荆芥生境土壤与非生境土壤元素比较 土壤大量营养元素,微量元素是研

究土壤环境质量的重要特征,也是土壤农业地球化学评价的主要指标^[10]。由表 2 可知,土荆芥生境土壤样品中元素的含量特征,土荆芥生境土壤中常量元素主要以 Al、Si 为主,二者含量之和达 70% 以上。Al₂O₃、K₂O、MgO、CaO 显著的高于福建土壤中的平均值,Fe₂O₃、Tl₂O₃ 接近于福建土壤中的平均值。与全国土壤中元素含量相比,Al₂O₃、K₂O、Fe₂O₃ 的含量明显高于全国土壤中的平均值;Na₂O、CaO 低于全国土壤中的平均值。生境土壤中 Na₂O、K₂O 均高于非生境土壤中的含量,Al₂O₃、Fe₂O₃、CaO、Tl₂O₃ 显著低于非生境土壤中的含量。生境土壤中微量元素 Ba、Zn、Zr、Rb、Mn 等元素含量较高。其顺序为 Ba>Mn>Zr>Zn>Rb,其中 Ni、Zn、Rb、Ba 明显高于福建省及全国土壤中的平均值;Co、Cr、Cu 接近福建省及全国平均含量。Sr 明显高于非生境土壤中的含量。V、Cr、Co、Ni、Cu 显著低于非生境土壤中的含量。

研究结果表明土荆芥生境土壤与非生境土壤元素特征有一定差异,从我国土壤区域的划分研究区均属于硅铝区域,但其地球化学特征还有较大的差异,造成这种差异的主要原因是其成土母质和成土过程不同,这种差异是土荆芥道地性形成的主要土壤生态因子,表明研究其地球化学特征具有一定的意义。

2.3.2 药材与土壤中元素相关性分析 从表 3 中可看出土荆芥药材中 P、Zn、Mn、Ca 的含量较高,尤其是 P、Ca 元素含量高,而土荆芥生境土壤中 P、Ca 的含量接近或相对低于非生境土壤,土荆芥药材对 P、Ca 具有富集作用,P、Ca 平均吸收系数分别为 3.447 8、2.402 6,表明 P、Ca 对土荆芥的生长具有相关性,这种对部分元素的依赖是土荆芥生长的重要特征之一。

生命的生长发育过程中,矿物元素起着重要的作用。如钾具有促进植物体内代谢,提高植物抗病能力,提高光合作用强度,加强碳水化合物的合成与运输,以及能促进植物对氮素的吸收,加速含氮化合物的形成等都有重要作用,土壤中的钾主要来源于土壤母质中钾矿物的分化、分解、释放,铁是形成叶绿素必需的成分,土壤缺铁,则叶呈淡黄色,甚至白色,铁对植物呼吸作用和代谢过程有重要作用;锌在植物叶绿素及糖类形成过程中是必不可少的,是某些酶的组成部分;磷是植物生长重要元素之一,磷能促进植物生殖器官的形成,保持优良的遗传特性,增强植物的抗旱、抗寒、抗病能力,对细胞的分裂和分生组织的发展,以及对糖、脂肪、蛋白质等物质的形成和转换有重要作用。磷在近中性的微酸性到微碱性的范围内,其有效性较高,该土壤为中性至微碱性土壤,磷的有效性较高,

其土壤中钾, 锌等含量较丰富, 这些因素是土荆芥生长的必要条件。

表 3 土荆芥根际土壤样品中元素的含量特征

元素	SM SJ	STSJ	ZZSJ	漳州药材	三明药材	汕头药材	SMFSJ	ZZFSJ	STFSJ	全省	全国
NaO ₂	0.28	0.97	1.02	0.1	0.04	0.07	0.23	0.15	0.19	0.12	1.02
MgO	0.42	1.35	0.68	0.53	0.53	0.6	0.57	0.73	0.77	0.23	0.78
Al ₂ O ₃	13.91	18.05	15.99	1.61	1.15	1.02	25.25	23.82	26.16	9.71	6.62
SiO ₂	66.21	59.56	63.22	9.8	4.95	7.1	50.49	46.92	61.0		
P	1037.15	889.8	742.9	2610.3	3783.6	2811.2	883.9	780.5	753.1		
K ₂ O	1.82	3.38	3.64	2.3	3.61	3.73	1.1	1.38	1.27	1.52	1.86
CaO	0.78	0.69	1.63	2.49	2.31	2.6	0.24	0.45	0.41	0.05	1.54
TiO ₂	0.36	0.53	0.296				1.04	1.094	1.11	0.4	0.38
V	67.65	68.1	52.8				165.8	204.1	183.6	79.5	82.4
Cr	88.08	58.5	32.2				136.7	120.3	132.6	44	61
Mn	319.95	615.6	612.9	158.5	95.6	136.7	762.2	503	529.5	391	583
Fe ₂ O ₃	3.15	4.45	4.35	5.32	6.77	5.91	12.45	11.95	11.02	4.24	2.94
Co	8.75	13.2	10.5				36.05	35	34.13	8.8	12.7
Ni	37.65	51.7	19.4				72.9	67.4	78.9	18.2	26.9
Cu	33.9	23.4	39.6	10.6	6.5	8.3	47.1	80.2	42.51	22.8	22.6
Zn	75.25	201	119.3	76.5	50.4	59.2	99.5	92.4	135.26	86.1	74.2
Rb	109.5	142.2	156.4	5.4	21.8	30.3	75	120.1	122.3	127	111
Sr	137.3	52	117.5	115.2	47.6	45.7	21	29.1	25.7	32	167
Y	25.1	25.4	28.1				14.9	28.8	19.9	23	22.9
Zr	333.05	263.1	189.6				213.5	284.6	233.9	281	256
Nb	23.6	12.2	17.5				15.6	20.1	21.3		
Ba		684.4					259.9			322	469
La	74.8	44.6	77.9				43.2	98.9	75.7	39.7	39.7
Pb	22.5	32.6	39.2				28.4	33	25.6	41.3	26

土壤样品检测中 Na、K、Ca、Mg、Fe、Al、Ti、S 的单位为%, 其余项目的单位为 μg/g

3 结论

土荆芥生长的适宜 pH 值为 6.5~8 属中性偏弱碱性土壤。生长土壤质地为通透性良好的含有少量黏土的砂质壤土。土荆芥适宜于 85% 以上较高盐基饱和度的土壤。有机质 1.38~3.71%, 速效磷 111.9~242.8 mg/kg 速效钾 109.5~168.8 mg/kg 肥力较高的土壤中, 有利于土荆芥生长及其有效成分的积累。

土荆芥对 P、Ca 具有选择性富集作用, 其生长土壤中大量元素 N₂O、K₂O、CaO、P 的含量应较高, 这种同一基因植物对元素吸收的差异, 以及生态环境、气候条件、土壤肥力相近, 其有效成分黄酮类化合物的含量也接近。提示外因—地球化学作用对其生长、有效成分的积累具有重要的意义。

只有在上述条件有机的结合在一起, 形成其特有的生态系统才有利于地道土荆芥的生长, 因此对药用植物进行规范生产, GAP 基地建设与管理, 不仅要研究药材有效成分含量, 还应对其生长的生态环境, 尤其对其赖以生存的重要因子之一——土壤进行研究。

致谢: 在土荆芥样品采集的过程中, 福建省将乐县万安卫生院的官瑞医生给予了热情的帮助, 特此表示衷心的感谢。

参考文献:

[1] 林泉, 王景祥, 范文涛, 等. 浙江植物志 [M]. 杭州: 浙江科技

术出版社, 1982: 182

[2] Nascimento FRE, Cruz GV, Pereira PVS, et al. Ascitic and solid Ehrlich tumor inhibition by *Chenopodium ambrosioides* L. treatment [J]. Life Sciences, 2006, 78: 2650

[3] Lall N, Meyer JM. In vitro inhibition of drug resistant and drug sensitive strains of *Mycobacterium tuberculosis* by ethnobotanically selected South African plants [J]. Journal of Ethnopharmacology, 1999, 66: 347

[4] 刘志红, 庄世和, 宋之光. HPLC 测定土荆芥药材中槲皮素、山柰素、异鼠李素含量 [J]. 中草药, 2008, 39(增刊): 123

[5] 范俊安, 易尚平, 张爱军, 等. 川产道地药材受 GBS 制约效应 [J]. 中国中药杂志, 1996, 21(1): 12

[6] 朱定祥, 倪守斌. 地道药材的生物地球化学特征研究进展 [J]. 微量元素与健康研究, 2004, 21(2): 44

[7] 龚子同, 黄标, 欧阳洮. 我国土壤地球化学及其在农业生产中的意义 [J]. 地理科学, 1998, 18(1): 1

[8] 周启星. 健康土壤学—土壤健康质量与农产品安全 [M]. 北京: 科学出版社, 2005: 114

[9] 何振立, 周启星, 谢正苗. 污染及有益元素的土壤化学平衡 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998

[10] 陆继龙, 周永昶, 周云轩. 吉林省黑土某些微量元素环境地球化学特征 [J]. 土壤通报, 2002, 33(5): 365